



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ SKELETOVÁ KONSTRUKCE NÁKUPNÍHO CENTRA

REINFORCED CONCRETE FRAME STRUCTURE OF SHOPPING CENTRE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. MARTIN RAJMAN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA LANÍKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Martin Rajman

Název Železobetonová skeletová konstrukce nákupního centra

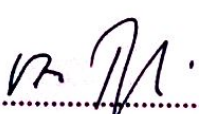
Vedoucí diplomové práce Ing. Ivana Laníková, Ph.D.


Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2011

Datum odevzdání diplomové práce 13. 1. 2012

V Brně dne 31. 3. 2011




.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu


.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Stavební podklady: Stavební výkresy.

Platné normy:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
 - ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004-2007
 - ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006
- Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování

V zadaném objektu nadimenzujte vybrané prvky nosné ŽB konstrukce.

Účinky zatížení vyšetřete na celkovém modelu nosného systému budovy ve výpočetním programu. Výpočty ověřte ručním výpočtem.

Posouzení konstrukcí proveďte podle zásad mezních stavů únosnosti, případně ověřte mezní stavy použitelnosti.

K počítaným prvkům vypracujte výkresy výztuže.

Diplomová práce bude odevzdána 1 x v listinné podobě a 2 x v elektronické podobě na CD s formální úpravou podle směrnice rektora č. 9/2007 (včetně dodatku č.1) a 2/2009 a směrnice děkana č. 12/2009.

Předepsané přílohy

A) Textová část

B) Přílohy textové části

B1) Použité podklady

B2) Statický výpočet

B3) Výkresová dokumentace

O zpracovávání specializované části k DP

bude rozhodnuto vedoucím DP v průběhu práce studenta na zadaném tématu.

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užít školní dílo (3x)

Popisný soubor závěrečné práce



Ing. Ivana Laníková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Předmětem diplomové práce bylo navrhnout vybrané prvky železobetonové montované skeletové konstrukce jednopodlažního nákupního centra. Vybral jsem si nejvíce zatěžovaný rám na zadané konstrukci, kde jsem předpokládal nejvíce namáhané prvky, které jsem následně navrhnul. Veškeré podklady a výpočty jsou doloženy v části B2 statický výpočet mé diplomové práce.

Klíčová slova

Železobeton, příčný rám, železobetonová konstrukce jednopodlažního nákupního centra.

Abstract

The point of my diploma thesis was design elements of reinforced concrete frame structures mounted single – storey mall. I choose the most exposed to the specified longitudinal frame structure, where I assumed the most highly stressed elements, which I subsequently designed. All documents and calculations are illustrated in part B2 of my diploma thesis.

Keywords

Reinforced concrete, the transverse frame, reinforced concrete structure single – storey mal

...

Bibliografická citace VŠKP

RAJMAN, Martin. *Železobetonová skeletová konstrukce nákupního centra*. Brno, 2011. XX s., YY s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Laníková, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2012



.....
podpis autora

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat Ing. Ivaně Laníkové Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracovávání mé diplomové práce.

Obsah

1	úvod.....	2
2	Třídy prostředí, použitý materiál [1], [4]	3
3	ZATÍŽENÍ [2], [3]	5
3.1	Zatížení vlastní tíhou střešní konstrukce, klimatická zatížení - vítr, sníh	5
3.1.1	Zatížení vlastní tíhou.....	5
3.1.2	Zatížení větrem střešní konstrukce.....	5
3.1.3	Zatížení větrem pláště budovy	6
3.1.4	Zatížení sněhem	6
4	Dimenzování vybraných prvků zatěžovaného rámu [4]	8
4.1	Dimenzování vazníku.....	8
4.3	Dimenzování železobetonové montované kalichové patky	8
	ZÁVĚR	10
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	11

1 Úvod

Jednopodlažní skeletová konstrukce nákupního centra je situována v předměstském terénu. Jedná se o příčný systém dvou k sobě přilehlých hal, Hala 1, Hala 2. Železobetonová konstrukce se skládá z těchto prvků: monolitická kalichová železobetonová patka, železobetonový sloup 450 x 450 mm, železobetonový sloup 400 x 400 mm (délka není u všech sloupů stejná, záleží na sklonu střechy), příčné ztužidlo 200 x 800 mm délka 12 900 mm, I – železobetonový vazník s uložením položený na hlavu sloupu, osazený na pryžovou podložku a nasunutý na vytažené pruty z vazníku. V objektu jsou použity vazníky průřezu obdélníkového, I a T profil. Rozměry jednotlivých vazníků jsou ve výpisu prvků strana 2 statického výpočtu. Vazník je konstantního průřezu bez náběhů. V místě uložení na sloup je celková výška vazníku podle jednotlivých druhů průřezů, je však stejná v celé jeho délce. V místě maximálního momentu ve středu rozpětí vazníku jsou výšky $h_1, h_2 = 1650$ mm, $h_3 = 600$ mm, $h_4 = 800$ mm, $h_5 = 2000$ mm, $h_6 = 900$ mm, $h_7 = 400$ mm, $h_8 = 800$ mm, $h_9 = 800$ mm. Použité vazníky mají různé velikosti rozpětí $T_1 = 21\,000$ mm, $T_2 = 21\,000$ mm, $T_3 = 7\,500$ mm, $T_4 = 12\,900$ mm, $T_5 = 23\,300$ mm, $T_6 = 11\,650$ mm, $T_7 = 4\,500$ mm, $T_8 = 12\,900$, $T_9 = 7\,500$ mm. Střešní konstrukce je složena z trapézových plechů HAIRONVILLE 200/420 mm, hydroizolace je tvořena z asfaltového pásu GLASTEK 40 special mineral, tepelná izolace se skládá z minerální vaty ROCKWOOL tl. 200 mm a vnější hydroizolační vrstva je ALKORPLAN 35176. Střešní konstrukce je tzv. lehká. Hlavními nosnými prvky železobetonového montovaného skeletu jsou železobetonové kalichové patky, sloupy 450 x 450 mm, I, T, obdélníkový - železobetonový vazník bez náběhu a příčné ztužidlo přenášející vliv větru. Sloupy 400 x 400 mm jsou použity jen z důvodu kotvení obvodového pláště. Podlaha uvnitř montované haly je tvořena těmito materiály: keramická dlažba 20 mm, maltové lože 20 mm, TI tl. 50 mm, HI asfaltový pás, podkladní beton, vyrovnávací vrstva (šterkopísek tl. 60 mm). Zemina použita k zásypu patek šterkopísek. Únosnost základové půdy $R_d = 300$ kPa

2 Třídy prostředí, použitý materiál

[1], [4]

2.1 Použitý beton, výpočet minimální krycí vrstvy, specifikace oceli

Jednopodlažní skeletová konstrukce nákupního centra. Stavba se nachází v třídě prostředí XC1 (suché nebo stálé mokré). Příklady prostředí beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí, beton trvale ponořený ve vodě. Doporučené minimální třídy betonu jsou C20/25. Podle tabulky v normě ČSN EN 1992-1-1: doporučená klasifikace konstrukcí (doporučená výchozí konstrukční třída pro návrhovou životnost 80 let je třída 4), volil jsem pevnostní třídu betonu C40/50 z důvodů velkého rozpětí, velkých průřezů a nutnost použít vyšší pevnostní třídu. Charakteristické hodnoty pro třídu betonu C40/50 jsou pevnost v tlaku $f_{ck} = 40$ MPa a pevnost v tahu $f_{ctm} = 3,5$ MPa. Další charakteristiky najdeme v příloze B1 – použité podklady.

Krytí výztuže dle normy ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, podle vztahů pro výpočet krycí vrstvy výztuže:

Betonová krycí vrstva je vzdálenost mezi povrchem výztuže (včetně třmínků a spon) a nejbližším povrchem betonu. Nominální krycí vrstvu určíme ze vztahu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

kde c_{min} je minimální krycí vrstva

c_{dev} je přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky.

- podle ČSN EN 1992-1-1 je $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
- pokud je při výrobě prvku kontrolována tloušťka krycí vrstvy, lze hodnotu Δc_{dev} zmenšit na $10 \text{ mm} > \Delta c_{dev} > 5 \text{ mm}$
- pokud je měření prováděno velmi přesnými měřicími přístroji a nevyhovující prvky jsou odmítnuty (např. u prefabrikátů), lze hodnotu Δc_{dev} zmenšit na $10 \text{ mm} > \Delta c_{dev} > 0 \text{ mm}$

Při ukládání betonu na nerovný povrch je minimální krycí vrstva

$C_{min} = 75 \text{ mm}$ min při ukládání na zeminu

$C_{min} = 40 \text{ mm}$ min při ukládání na upravené podloží

Výztuž jsem volil podle možností betonářské oceli vyráběné v ČR dle normy EN 1992-1-1. Navržená výztuž v dimenzovaných prvcích je B500 10505 R s povrchem žebírkovým a charakteristickou mezi kluzu v MPa $f_{yk}=500 \text{ MPa}$ a $f_{tk}=550 \text{ MPa}$.

3 Zatížení

[2], [3]

3.1 Zatížení vlastní tíhou střešní konstrukce, klimatická zatížení - vítr, sníh

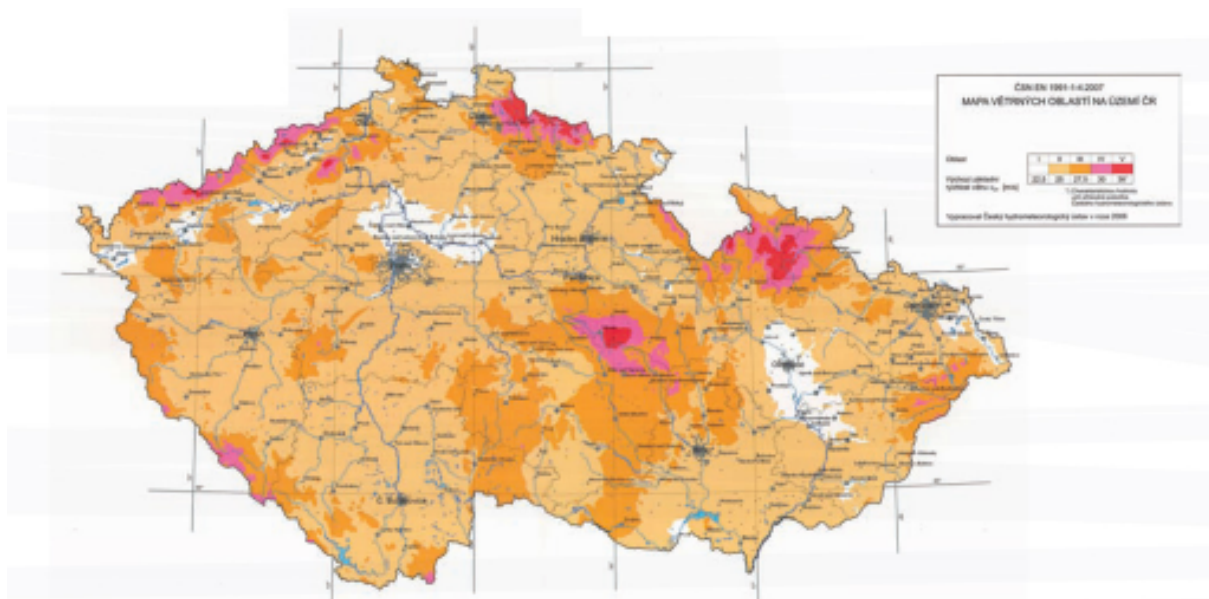
3.1.1 Zatížení vlastní tíhou

Do vlastní tíhy střešní konstrukce jsem započítával všechny materiály tvořící střešní plášť a nosné prvky střechy. Zatížení od střešního pláště přenáší obdélníkové vaznice z těch přechází zatížení do různých typů vazníků typy I, T – železobetonové vazníky přenášející sílu do nosných sloupů 450 x 450 mm a následně do základových prvků, kterými jsou železobetonové kalichové patky. Patky jsem volil montované. Na této konstrukci nepočítám s tíhou klimatizačních jednotek a jiných provozních zařízení, protože nejsou umístěny na střeše nákupního centra. V tomto projektu se s těmito zařízeními nepočítá.

3.1.2 Zatížení větrem střešní konstrukce

Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, které se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Vliv větru na konstrukci jsem počítal a navrhoval podle normy ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem. Používal jsem hodnoty pro plochou střechu do sklonu střechy do 5%. Sklon střechy na této stavbě dosahuje sklonu 1,8% - 2%. Šikmost střechy zanedbáváme, nedochází k návětrným a závětrným stranám. Vliv větru na stěny pláště je velký, proto jsme ho počítali pro všechny zatěžované prvky. Kategorii terénu a jejich parametry jsem použil z normy. Objekt se nachází v kategorii III - oblast rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les). Rychlost větru 27,5 m/s, $z_0 = 0,3$ m, $z_{\min} = 5$ m .



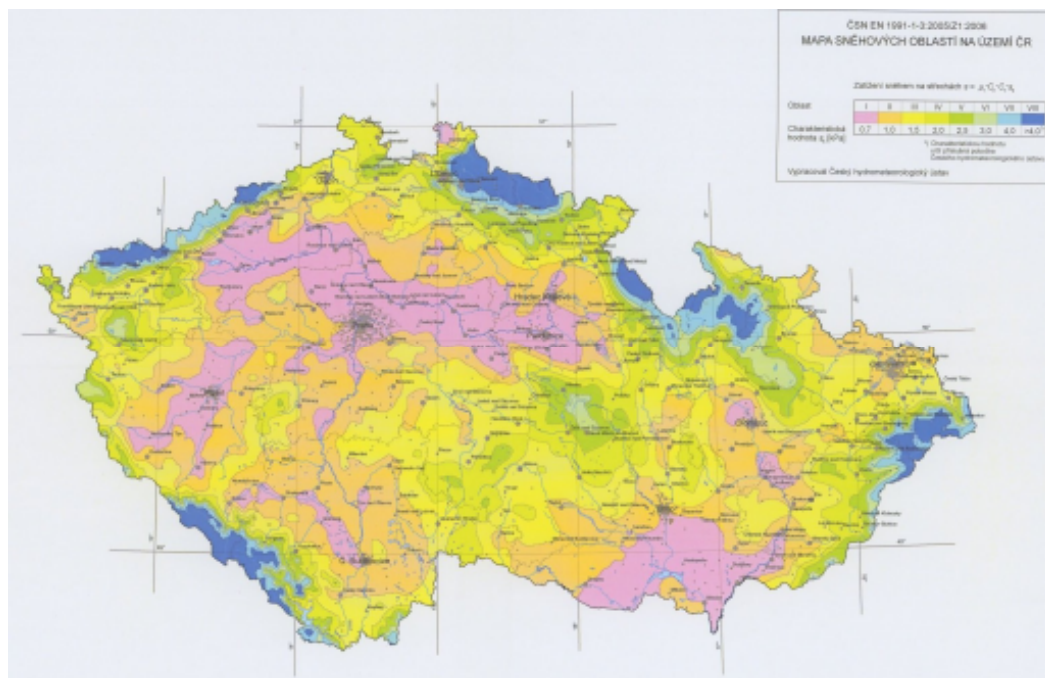
mapa větrných oblastí na území ČR dle ČSN EN 1991-1-4

3.1.3 Zatížení větrem pláště budovy

S větrem musíme uvažovat ze všech stran počítaného objektu. Tam, kde vítr přímo tlačí na stěnové panely dochází k tlaku, na všech ostatních stranách dochází k sání větrem. Vítr proudí a zatěžuje opláštění, které plošné zatížení přenáší do nosných sloupů 450 x 450 a 400 x 400 mm a ty přenesou zatížení do základových patek. Schémata zatížení skeletu větrem najdete v příloze B3 mé diplomové práce.

3.1.4 Zatížení sněhem

Zatížení sněhem střešní konstrukce je velkým problémem, nikdy nevíme, jak dlouho bude sníh zatěžovat střechu, jakou tíhu bude mít, když bude svítit slunce, mrznout, nebo naopak budou teploty nad bodem mrazu a bude docházet k tání. Při řešení těchto problémů se setkáme v ČESKÉ NÁRODNÍ NORMĚ ČSN EN 1991-1-3 – zatížení konstrukcí, část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem. Na střešní konstrukci působí sníh jako plošné zatížení. Dle normy a charakteristik prostředí, ve kterém se stavba nachází si vybereme

$$S_k = \mu_s \cdot C_s \cdot C \cdot S_s \text{ [kPa]}$$


mapa sněhových oblastí na území ČR dle ČSN EN

4 Dimenzování vybraných prvků zatěžovaného rámu [4]

4.1 Dimenzování vazníku

Vazník byl nadimenzován na mezní stav únosnosti. Skelet je montovaný, vazníky jsou uloženy kloubově na sloupy. Vazníky jsou osazeny na trny vycházející z vazníku, do předem připravených ocelových trubek ukotvené v hlavě sloupu. Mezi vazníkem a sloupem je pryžová podložka, pro minimalizování otláčení a vznik malých trhlin v betonové části hlavy. Zároveň tak při montáži nedojde k poškození plochy, na kterou se vazník osadí. Vazník byl dimenzován na maximální moment v poli. Pro kontrolu maximálního momentu můžeme použít vztah pro výpočet momentů na prostém nosníku $M = 1/8ql^2$ [kNm]. Všechny vazníky, ať už I, T, nebo obdélníkového průřezu jsou dimenzovány stejně. Byl navrhnut na největší moment ze všech možných kombinací. Určil jsem tlačnou a taženou oblast betonu, do které jsem následně dimenzoval pruty výztuže. Dodržoval jsem konstrukční zásady pro dimenzování, kotevní délky jednotlivých prutů a další požadavky z ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY ČSN EN 1992-1-1. Více informací k vazníku najdeme v příloze B2 mé diplomové práce

4.2 Dimenzování sloupu

Podobně jako vazník dimenzujeme sloup dle ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY ČSN EN 1992-1-1. Sloup je navrhnut na největší kombinaci N_{max} , N_{min} , M_{max} , M_{min} v patě sloupu. Minimální jsou 4 pruty umístěné ve sloupu, doplněné konstrukční výztuží a třmínky a sponami. Sloup je opatřen závěsnými oky z výztuže ez, které usnadňují manipulaci s prvkem. Po ostazení do stávající konstrukce je nutno kotvící oka odřezat. Více informací k dimenzování sloupu najdeme v příloze B2 mé diplomové práce.

4.3 Dimenzování železobetonové montované kalichové patky

Kalichová patka byla navrhována podobně jako patka monolitická. Zatížení bylo počítáno stejně, připočítával jsem síly působící ze sloupu a střešní konstrukce do patky. Patky je nutné posoudit na porušení při jednorázovém namáhání na:

- Spolehlivost přenesení zatížení do podzákladí
- Ohyb konzolové části patky
- Rozštěpení kalichu
- Porušení objímky kalichu příčným tahem od ohybového momentu
- Održení objímky kalichu od spodní části patky
- Protlačení sloupu spodní části patky pod kalichem
- Soustředný tlak
- Spolupůsobení výztuže s betonem

Závěr:

V diplomové práci jsem navrhoval vybrané prvky železobetonové skeletové konstrukce nákupního centra. Vymodeloval jsem si v programu ESA samotně obě haly, na které jsem si spočítal zatížení, zadal si je na konstrukce a následně nechal spočítat. Kontrolu správnosti dat jsem ověřoval ručně. Každou halu jsem řešil zvlášť globálně a posuzoval výsledky s jedním vybraným rámem. Zjistil jsem, že se výsledky téměř shodují s malými odchylkami. Šlo o to, že každá konstrukce se chovala jinak. Když jsem měl vnitřní síly od jednotlivých prvků vybral jsem si náhodně nejvyšší vazník T5, sloup T5 a patku. Ty jsem následně dimenzoval na 1.MSÚ. K tomu jsem si vytvořil program v programu excel, ve kterém jsem navrhoval celou střešní konstrukci, sloup S5, patka P5. Po dimenzování jsem udělal výkresy tvarů obou hal, HALA 1, HALA 2, a výkresy vazníku T5, sloupu S5 a železobetonové kalichové patky P5.

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN EN 1992-1-1
Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí-Část 1-1: obecné pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN 1991-1-4
Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-4: obecná zatížení – zatížení větrem
- [3] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN 1991-1-3
Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-3: obecná zatížení – zatížení sněhem
- [4] Skripta: NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ 1-
prvky z prostého a železového betonu
 - Prof. Ing Jaroslav Procházka, CSc.
 - Prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
 - Doc. Ing. Jiří Krátký, CSc.
 - Prof. Ing. Alena Kouhoutová, CSc,
 - Ing. Jitka Vašková, CSc.
- [5] Bakalářská práce: JEDNOPODLAŽNÍ SKELETOVÁ
KONSTRUKCE NÁKUPNÍHO CENTRA
 - Bc. Martin Rajman

<http://www.halfen->

[deha.cz/download/download_index1_software.html](http://www.halfen-deha.cz/download/download_index1_software.html)<http://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka->

http://dektrade.cz/docs/technicke/tl_alkorplan-3517x.pdf

http://dektrade.cz/docs/technicke/tl_glastek-40-special-mineral.pdf

http://www.tabulky.sk/PDF/K09/haironville_kov.pdf

http://www.arcelormittal.com/ostrava/AM_programme1_s5_cz.html